




**ELECTRICAL RESISTORS**

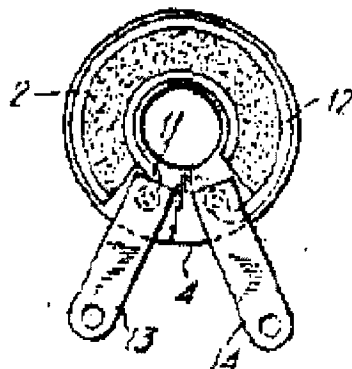
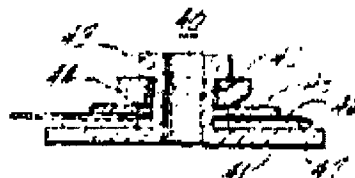
**Patent number:** DE2021374  
**Publication date:** 1970-11-12  
**Inventor:** ELLIOTT CADDOCK RICHARD  
**Applicant:** CADDOCK RICHARD ELLIOTT  
**Classification:**  
- international: **H01C1/08; H01C1/084; H01C7/00; H01C1/00; H01C7/00; (IPC1-7): H01C1/00**  
- european: H01C1/08; H01C1/084; H01C7/00  
**Application number:** DE19702021374 19700430  
**Priority number(s):** US19690820538 19690430; US19690847783 19690718

**Also published as:**

 GB1314582 (A)  
 GB1314581 (A)  
 FR2040498 (A1)

[Report a data error here](#)

Abstract not available for DE2021374  
Abstract of correspondent: **GB1314582**  
1314582 Resistors R E CADDOCK 29 April 1970  
[30 April 1969 18 July 1969] 44213/72 Heading  
HIS A power resistor as described in the parent  
Specification 1,314,581 is claimed wherein the  
resistance element, Fig. 2, comprises conductive  
traces 11, 12 contacting an annular resistance  
layer 2 the traces having terminals 13, 14  
position in a gap in the layer 2. Terminal and  
mounting features &c. disclosed in the parent  
case may be applied to this resistor. Alternatively  
as shown in Fig. 6 the resistance element 47  
carrying the contacts and resistive layer 46 may  
be secured to the base-plate 41 by a C ring 44.

**FIG. 2****FIG. 6**

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



(61)

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

Int. Cl.:

H 01 c, 7/00

2003P17956

34

DEUTSCHES



PATENTAMT

(62)

Deutsche Kl.: 21 c, 54/05

(10)

(11)

(21)

(22)

(43)

## Offenlegungsschrift 2021 374

Aktenzeichen: P 20 21 374.5

Anmeldetag: 30. April 1970

Offenlegungstag: 12. November 1970

Ausstellungspriorität: —

(30)

Unionspriorität

(32)

Datum:

30. April 1969

18. Juli 1969

(33)

Land:

V. St. v. Amerika

(31)

Aktenzeichen:

820538

847783

(54)

Bezeichnung:

Leistungswiderstände

(61)

Zusatz zu:

—

(62)

Ausscheidung aus:

—

(71)

Anmelder:

Caddock, Richard Elliott, Riverside, Calif. (V. St. A.)

Vertreter:

Hagen, Dr. phil. G. B., Patentanwalt, 8000 München

(72)

Als Erfinder benannt:

Erfinder ist der Anmelder

Benachrichtigung gemäß Art. 7 § 1 Abs. 2 Nr. 1 d. Ges. v. 4. 9. 1967 (BGBl. I S. 960): —

DT 2021374

10.70 009 846/1304

14/70

ORIGINAL INSPECTED

2021374

Dr. phil. G. B. HAGEN

Patentanwalt

8000 MÜNCHEN 71 (Solln)

Franz-Hack-Strasse 21

Telefon 796213

München, den 23. April 1970  
Dr. H./P./mü

REG 2675

Richard Elliott Caddock  
640 Sandalwood Court  
Riverside, California  
Ust. A.

Leistungswiderstände

Priorität: 30. April 1969; U.S.A.  
U.S. Ser. No. 820 538.  
18. Juli 1969; U.S.A.  
U.S. Ser. No. 847 783

Die Erfindung bezieht sich auf wärmeableitende elektrische und elektronische Stromträgerkomponenten mit verbesserter Wirksamkeit in bezug auf die Ableitung der durch die Komponenten erzeugten Wärme und speziell auf verbesserte Leistungswiderstände und deren räumliche Zusammensetzung (Packung).

Die durch elektronische Elemente, wie etwa Dioden oder Leistungswiderstände beim Stromdurchgang durch dieselben erzeugte Wärme ist im Bereich der Elektronik ein großes Problem, das in den letzten Jahren noch dadurch angewachsen ist, daß es notwendig wurde, die elektronischen Apparaturen extrem kompakt zu bauen, etwa für die Raumfahrt. Die durch die einzelnen Komponenten erzeugte Wärme in der elektronischen Schaltung kann sowohl die einzelnen elektronischen Elemente wie auch die in der Nachbarschaft dieser Elemente befindlichen Teile zerstören. Zur Ver-

Bayrische Vereinsbank München 820 893

009846/1304

BAD ORIGINAL

ringierung der Einwirkung auf die Komponenten ist es nötig, die erzeugte Hitze schnell und so vollständig wie möglich abzuleiten. In der letzten Zeit haben die zur Wärmeableitung dienenden Komponenten oftmals die Größe der elektronischen Elemente übertroffen, was eine nichtbefriedigende Lösung darstellt.

Außerdem muß wegen der Konstruktion der Elemente, wie etwa bei einem Leistungswiderstand, bei dem der Draht um einen zylindrischen Kern gewickelt ist, die an der Spitze des Elementes erzeugte Wärme beim Aufbau desselben auf ein flaches Chassis durch denselben Bereich der Wärmeableitung hindurchgehen wie die nahe dem Boden des Elementes erzeugte Wärme. Aus diesem Grunde ist der Temperaturgradient zwischen dem Bodenteil der Komponente und dem Chassis unterschiedlich vom Temperaturgradienten zwischen dem Oberteil der Komponente und dem Chassis. Folglich wird die Hitze nicht so wirksam vom Oberteil der Komponente abgeleitet, was die Gefahr von heißen Punkten im Bereich des Oberteiles der Komponente mit sich bringt und wodurch die Möglichkeit eines Ausfalls der Komponente entsteht.

Es wurde jetzt erkannt, daß elektronische Elemente wie etwa Leistungswiderstände beträchtlich kleiner gemacht werden können wegen der dadurch erzielten wesentlich größeren Wirksamkeit der Ableitung der erzeugten Hitze durch Herstellung einer so flach wie möglich ausgeführten stromtragenden Komponente, die auf einer ebenen Oberfläche mit einer anderen ebenen Oberfläche gegenüber der Befestigungsoberfläche fest befestigt wird, so daß für den Fall, daß die zweite ebene Oberfläche in thermischen Kontakt mit einem Chassis kommt, jeder Teil der stromtragenden Komponente im wesentlichen die selbe Entfernung von dem Chassis hat wie die anderen Teile der stromtragenden Komponente. Folglich herrschen zwischen allen Teilen der stromtragenden Komponente und dem Chassis - die selben Temperatur-

gradienten, wodurch die höchste Wirksamkeit der Wärmeableitung von der elektronischen Komponente erzielt wird.

Wegen der neuen Konstruktion und Packung gemäß der Erfindung haben die stromtragenden Komponenten und speziell Leistungswiderstände ein niedriges Profil, eine kleinere Außenfläche und sind im Gewicht leichter, und ihre Herstellungskosten sind niedriger als bei bekannten Komponenten vergleichbarer Leistungsbereiche.

Beispielsweise weist eine neue elektronische Komponente wie etwa ein Leistungswiderstand nach der Erfindung einen Film aus Widerstandsmaterial mit vorgewähltem elektrischen Widerstand pro Flächeneinheit auf. Der Film hat ein ausgewähltes Muster zur Bildung einer gewünschten Anzahl von in Reihe oder parallel geschalteten Quadraten. Den Film tragende Mittel haben eine Auflageoberfläche zur Befestigung des Leistungswiderstandes in thermischen Kontakt mit dem Chassis und mit den Trägermitteln, wodurch eine thermische Leitung von im wesentlichen gleicher Länge zwischen allen Teilen des Filmes des Widerstandsmaterials und der Auflageoberfläche der Trägermittel besteht. Die Trägermittel des Leistungstransistors können ein einheitlicher Körper aus thermisch leitendem und elektrisch isolierendem Material, wie etwa Berylliumoxyd, sein. Die Trägermittel können aber auch aus einer Vielzahl von Schichten aus thermisch leitendem Material sein, von denen wenigstens einer im thermischen Kontakt mit dem Widerstandsfilm ist. Diese Schicht besteht aus einem sowohl thermisch leitenden wie auch elektrisch isolierenden Material, wie etwa Aluminiumoxyd oder Berylliumoxyd. Die Elemente werden durch verschiedene Mittel zusammengehalten. Ein solches sehr wirksames Mittel besteht aus geformtem durch Wärme gehärtetem Plastik, das zusammen mit Befestigungsmitteln, die Teil der Trägermittel des Widerstandes sind, wirkt.

Eine anderer wirksamer möglicher Aufbau, der sich zum schichtweisen Aufbau von Komponenten zur Lokalisierung der erzeugten

Hitze anbietet, schließt zweite Trägermittel ein, die auf der Seite des Widerstandsfilmes gegenüber den ersten Trägermitteln angeordnet sind. Vorteilhafterweise sind die beiden Trägermittel aus laminaren Schichten aufgebaut und schließen eine feste Grundplatte aus thermisch leitendem Material und eine Platte aus thermisch leitendem und elektrisch isolierendem Material in Kontakt mit dem Widerstandsfilm ein, der auf einer der Platten etwa durch Aufdampfen aufgebracht wird. Diese Konstruktion aus Planen Komponenten, wie die obige erste detaillierte Konstruktion, kann aufeinander geschichtet werden mit rechtwinkligen, thermisch leitenden Platten zwischen jeder Komponente oder jeder anderen Komponente zur Erzeugung von Kühlrippen oder Kühlblechen. Die übereinander angeordneten Komponenten werden danach durch Konvektionsströme gekühlt, und wenn höhere Leistungsmöglichkeiten gewünscht werden, werden die Komponenten durch die Leitbleche bzw. Komponenten hindurch streichende, unter Druck stehende Luft gekühlt.

Ein sehr hochwirksamer und extrem kompakter Leistungswiderstand weist eine runde, thermisch leitende Scheibe mit einem von der ebenen Oberfläche abstehenden Bolzen, eine Dichtung aus thermisch leitendem und elektrisch isolierendem Material um den Bolzen herum und in thermischen Kontakt mit der ebenen Oberfläche auf der Seite, auf der die Scheibe den Bolzen hat, einem Film aus Widerstandsmaterial mit vorbestimmtem Widerstandswert pro Flächeneinheit, der in einem speziellen Muster auf die Oberfläche der Dichtung abseits von der Scheibe aufgedampft ist, Mittel wie etwa einen Reibungsring, der auf dem Bolzen angeordnet ist, und gegen den Dichtungsring drückt, entweder im Bereich der Oberfläche, indem kein Widerstandsfilm ist oder durch isolierendes Material, wie etwa Teflon, zur Halterung des Dichtungsringes gegen die Scheibe und in thermischem Kontakt damit, Kontaktklemmen, wie ein metallisierter Film auf dem Dichtungsring und in elektrischem Kontakt mit ausgewählten Bereichen in dem Film aus Widerstandsmaterial und Kontaktstifte in elektrischem Kontakt mit den Kontaktklemmen, die sich von der

009846/1304

Scheibe und vom Dichtungsring zur Verbindung mit äußeren Zuführungsdrähten nach außen erstrecken, auf.

Das Verfahren zur Herstellung der elektrischen Komponenten besteht aus der Schaffung einer thermisch leitenden und elektrisch isolierenden Grundschrift fester oder schichtförmiger Bauart mit einer ersten ebenen Oberfläche und einer zweiten ebenen Oberfläche auf der der ersten Oberfläche gegenüber liegenden Oberfläche, dem Aufdrucken elektrischer Verbindungen an vorgewählten Stellen der ersten ebenen Oberfläche, dem Aufdrucken eines Filmes aus Widerstandsmaterial mit vorbestimmten Widerstandswert pro Flächeneinheit in einem vorgewählten Muster auf die erste plane Oberfläche und mit ausgewählten Teilen des Filmes in Kontakt mit den elektrischen Kontakten, wobei die Länge des Stromweges durch den Film zwischen den Kontakten an den Enden jeder Länge vom Film in Hinblick auf die wirksame Weite der Länge des Filmes den Widerstandswert der Filmlänge bestimmt und der Gesamtwiderstandswert des Widerstandes durch die in Reihe oder parallel geschalteten einzelnen Längen der Filme aus Widerstandsmaterial bestimmt wird. Das Verfahren schließt zusätzliche Schritte des Zusammenhaltens der Elemente durch Anwendung von thermisch gehärtetem Plastik in einer Form zum Einkapseln der Elemente auf der einen Seite der Grundplatte ein.

Weitere Merkmale und Zweckmäßigkeiten der Erfindung ergeben sich aus den Figuren und der Beschreibung eines Ausführungsbeispiels. Von den Figuren zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines stromführenden Elementes, etwa eines Leistungswiderstandes, gemäß der Erfindung, das teilweise gebrochen dargestellt ist;

Fig. 2 und 3 perspektivische Ansichten von Teilen des in Fig. 1 dargestellten Widerstandes;

009846/1304

BAD ORIGINAL

- Fig. 4, 5 und 6 Seitenansichten verschiedener Ausführungen eines Leistungswiderstandes gemäß der Erfindung;
- Fig. 7 eine perspektivische Ansicht des den Widerstandsfilm tragenden Elementes mit einer Ausführungsform der Kontakte des Leistungswiderstandes gemäß der Erfindung;
- Fig. 8 eine vergrößerte Querschnittszeichnung entlang der Schnittlinien 8/8 in Fig. 7 ;
- Fig. 9 eine perspektivische Ansicht des das Widerstandsmaterial tragenden Elementes mit Kontakten zur Aufnahme der Drahtzuführungen zu dem Leistungswiderstand;
- Fig. 10 bis 14 Aufsichten auf den Film aus Widerstandsmaterial und das den Film tragende Element mit speziellen Beispielen von ausgewählten Mustern des Widerstandsmaterials zur Erzeugung gewünschter Widerstandswerte der Leistungswiderstände;
- \*s
- Fig. 15 eine Seitenansicht, teilweise im Querschnitt und teilweise abgebrochen, einer anderen Ausführung eines stromführenden Elementes, wie etwa eines Leistungswiderstandes, angepaßt an die Schichtstruktur, in Übereinstimmung mit der Erfindung;
- Fig. 16 eine Aufsicht auf einen geschichteten Leistungswiderstand des in Fig. 4 gezeigten Typs;
- Fig. 17 eine Frontansicht eines geschichteten Leistungswiderstandes des in Fig. 4 gezeigten Typs mit Kühlrippen dazwischen, wobei die Schichten der Komponenten mit Kühlrippen vertikal oder horizontal zusammengebaut sein können (mit den Kühlrippen bzw. Kühlrippen vertikal ist die Ausführung in Fig. 16 und 17 als Seitenansicht und als Frontansicht gezeigt) und
- Fig. 18 eine graphische Darstellung, in der die Änderung der Leistung von Leistungswiderständen und dem in Fig. 4 gezeigten typischen Typ abgetragen ist, für eine Schichtung mit Kühlplatten dazwischen und mit zwischen die Schichten in verschiedenem Maße dazwischen geblasener Luft.

009846/1304

BAD ORIGINAL

Die elektronischen Komponenten der gegenwärtigen Erfindung haben einen Schichtenaufbau, um einen thermischen Weg gleicher Länge zwischen allen Teilen des stromführenden Elementes der Komponente und der Chassis, auf dem die Komponente zur wirksamen Ableitung der Hitze von dem stromführenden Element auf das Chassis aufgesetzt ist, zu schaffen. Folglich können die elektronischen Komponenten gemäß der Erfindung wie etwa eines Leistungswiderstandes, beträchtlich kleiner sein bei gleicher Leistung als die bekannten großen Komponenten. Zusätzlich ist die Induktivität der Leistungswiderstände gemäß der Erfindung äußerst gering, was einen zusätzlichen Vorteil bedeutet. Obwohl diese Schichtkonstruktion nicht auf Leistungswiderstände beschränkt ist und auf alle stromführenden Elemente angewendet werden kann, soll sie im Zusammenhang mit einem Leistungswiderstand beschrieben werden.

Ein in Übereinstimmung mit der Erfindung gebauter Leistungswiderstand 1 weist eine Schichtkonstruktion auf, wie sie in Fig. 1 gezeigt ist. Der Leistungswiderstand hat zwei Grundkomponenten, nämlich das stromführende Element, das in Fig. 1 durch den Film 2 aus Widerstandsmaterial dargestellt ist, und ein zweites zum Tragen des stromführenden Elementes und <sup>zur</sup> Lieferung eines Wärmeableitungsweges von gleicher Länge zwischen allen Teilen des stromführenden Elementes und dem Chassis, auf dem die elektronische Komponente befestigt ist.

Die Trägermittel in Fig. 1 bestehen aus zwei getrennten Elementen, der Grundplatte 3 und einer Platte 4. Die Grundplatte 3 besteht aus thermisch leitendem Material und kann aus beispielsweise Metall oder Metalllegierungen hergestellt sein. Die Grundplatte 3 weist zwei ebene Oberflächen 5 und 6 auf. Die untere Oberfläche 6 dient zur Erzeugung eines guten thermischen Kontaktes mit dem Chassis, auf das der Widerstand 1 aufgesetzt ist, während die Oberfläche 5 zur Herstellung eines guten thermischen Kontaktes mit dem den Widerstandsfilm 2 tragenden Element 4 dient.

009846/1304

BAD ORIGINAL

Die Oberfläche 6 wird durch einen hier nicht gezeigten Bolzen oder Schraube, die sich durch das Loch 7 durch den Bolzen 10 erstrecken, mit dem Chassis in Kontakt gehalten.

Das Element 4 besteht aus thermisch leitendem Material, so daß die Wärme von dem stromführenden Widerstandsfilm 2 über die Elemente 4 und 3 dem Chassis zugeführt wird, auf dem der Widerstand 1 befestigt ist. Das Material des Elementes 4 wirkt als elektrischer Isolator zur Isolierung des stromführenden Films 2 gegen die Metall-schicht 3 und das Chassis, auf dem der Widerstand 1 befestigt ist.

Der Widerstand weist zusätzlich ein Mittel zum Zusammenhalten der Elemente zur Erzeugung guten thermischen Kontaktes auf, das in Fig. 1 als geformtes wärmegehärtetes Plastik 8 gezeigt ist. Das plastische Material 8 befindet sich in Kontakt mit dem Widerstandsfilm 2 und den Elementen 4 und 3 durch Teil 9 mit vergrößertem Durchmesser des Bolzens 10, der sich von der oberen ebenen Oberfläche 5 der Basisplatte 3 aus erstreckt. Das plastische Material 8 wird an einer Drehbewegung durch eine Rändel 15 entlang der Peripherie des Teiles 9 mit dem vergrößerten Durchmesser des Bolzens 10 gehindert.

Metallisierende Filme 11 und 12 (Fig. 2) sind auf dem Element 4 in Kontakt mit dem Widerstandsfilm 2 so aufgebracht, daß ein Kontakt zur Verbindung mit äußeren Zuführungsleitungen hergestellt ist. Die Metall-filme 11 und 12 sind mit elektrischen Kontaktstiften 13 und 14 zur Ermöglichung der Verbindung mit äußeren Zuführungsleitungen zu dem Leistungswiderstand verbunden. Die Metallfilme 11 und 12 können etwa aus einer Goldlegierung hergestellt sein, und die Kontaktstifte 13 und 14 können direkt zur mechanischen Befestigung angelötet sein.

Die gesamte Vorrichtung hat ein niedriges Profil und ist kleiner bezüglich seiner Gesamtgröße und leichter im Gewicht als bekannte Leistungswiderstände vergleichbarer Leistungen.

009846/1304

Beispielsweise ist ein Leistungswiderstand nach der Erfindung mit einer Leistung von 30 Watt nur etwa halb so groß wie ein Leistungswiderstand herkömmlicher Art mit einer Leistung von 25 Watt.

Wegen der Schichtbauweise der erfindungsgemäßen Widerstände sind diese zusätzlich im wesentlichen ohne Induktivität, was einen weiteren Fortschritt gegenüber den bekannten Ausführungen darstellt.

Das Verfahren zur Herstellung eines solchen Leistungswiderstandes oder anderer stromführender Komponenten umfaßt die Schritte der Schaffung eines thermisch leitenden und elektrisch isolierenden Körpers, wie etwa die Elemente 3 und 4 in Fig. 1. Der Körper mit diesen Eigenschaften kann aber auch aus einem Material wie etwa Berylliumoxyd hergestellt sein, das sowohl die Eigenschaften guter thermischer Leitfähigkeit als auch guter elektrischer Isolierfähigkeit besitzt. Der nächste Schritt besteht in der Schaffung der Kontakte auf euber Oberfläche des elektrisch isolierenden Körpers. Das kann durch Drucktechnik mit Seidensieben oder durch die Verwendung von keramischen Druckmatritzen mit dem Metall darin ausgeführt werden. Das Metall soll gute elektrische Leitfähigkeit haben und kann beispielsweise aus Gold oder einer Gold-platinlegierung sein. Die keramische Matrix bringt das Metall auf die Oberfläche der Grundplatte, die etwa eine Oberfläche aus Keramik sein kann, auf, wie etwa die Platte 4 in Fig. 1. Das Substrat oder die Grundplatte wird dann erhitzt, um das Metall auf dem Substrat aufzukitten. Danach wird ein Widerstandsfilm auf das Substrat durch Aufsieben oder Vakuumniederschlag aufgebracht, beispielsweise in einem ausgewählten Muster, dessen ausgewählte Bereiche in Kontakt mit dem Metallfilm sind und die als Verbindung zu dem Film dienen. Die Kontaktstifte wie etwa 13 und 14 in Fig. 1 und 2 sind an den Metallverbindungen befestigt. Diese Stifte können direkt mit dem Film durch Anlöten derselben darauf mit diesem verbunden werden, oder die Stifte werden einfa-

009846/1304

BAD ORIGINAL

cher und vorteilhafter durch Verwendung von Anschlußösen mit dem Film verbunden, wie es in den Fig. 7 und 8 gezeigt ist. Bei Verwendung eines Substrates wird dieses auf die Grundplatte aufgetragen und die Kombination dann in eine Form zur Einkapselung eingesetzt.

Weiter Ausführungen solcher Schichtleistungswiderstände sind in den Fig. 4, 5 und 6 gezeigt. Die in Fig. 4 gezeigte Ausführung unterscheidet sich von dem in Fig. 1 gezeigten Widerstand dadurch, daß das thermisch gehärtete Plastik mit den Elementen des Widerstandes verankert ist. Der Widerstand 20 in Fig. 4 weist eine Grundplatte 21 mit einem Bolzen 22 auf, der sich von der oberen ebenen Oberfläche 23, auf der eine Platte 24 als Träger des Films aus Widerstandsmaterial 25 aufliegt, erstreckt. Die obere Oberfläche 23 der Grundplatte 21 ist ein Stück kleiner als der äußere Umfang 26 der Grundplatte 21 und ist unterdreht, um eine Lippe 27 zu bilden. Die periphere Kante der ebenen Oberfläche 23 mit kleinerem Durchmesser weist Rippen 28 auf zum Einschneiden in den Plastikteil 29, so daß der Plastikteil sich nicht gegen die anderen Teile des Widerstandselementes verdrehen kann. Zusätzlich wird der Plastikteil durch die Lippe 27 unter der Oberfläche 23 in seiner Stellung gehalten. Wie bereits oben ausgeführt wurde, kann das Zwischenelement, wie etwa die Platte 24 des Widerstandes 20 in Fig. 4 unter dem Element 4 des Widerstandes 1 in Fig. 1 weggelassen werden und der Widerstandsfilm direkt auf die Grundplatte 21 aufgedruckt werden, wenn diese aus einem Material hergestellt ist, daß sowohl gut thermisch leitend als auch elektrisch isolierend ist. Ein solches Material ist etwa Berylliumoxyd. Diese spezielle Ausführung ist in den Zeichnungen nicht dargestellt.

Der in Fig. 5 gezeigte Widerstand 30 weist eine ähnliche Konstruktion auf wie die Widerstände 1 und 20, besitzt jedoch andere Mittel zum Halten der thermisch gehärteten Plastikform 31 in der richtigen Position. Im Widerstand 30 besitzt die Grundplatte 32 eine vertikale Fortsetzung 33 und

009846/1304

einen horizontalen Vorsprung 34, der das Plastik in der richtigen Stellung hält. Die innere Kante des horizontalen Vorsprungs 34 kann geriffelt sein, um das Plastik am Drehen gegenüber den anderen Elementen des Widerstandes 30 zu hindern.

Eine andere Ausführung eines Leistungswiderstandes gemäß der Erfindung ist in Fig. 6 dargestellt. Der Widerstand 40 in Fig. 6 weist kein Plastik zum Zusammenhalten der Elemente in thermischen Kontakt und zum Schutz der Elemente gegen Zerstörung auf, in dem der Widerstand eingebettet ist, sondern verwendet andere Mittel zum Zusammenhalten der einzelnen Elemente.

Der Widerstand 40 besitzt ein Grundelement 41 mit einem Bolzen 42, der sich von der oberen Oberfläche des Grundelementes erstreckt. Um diesen Bolzen 42 herum und in thermischen Kontakt mit der oberen Oberfläche der Grundplatte 41 ist eine elektrisch isolierende und eine thermisch leitende Platte 47 vorgesehen, auf der ein Widerstandsfilm 46 aufgebracht ist. Der Bolzen 42 weist einen Teil 43 mit einem größeren Durchmesser auf, der zusammenwirkt mit dem C-Ring 44 zum Zusammenhalten der Elemente. Da diese C-Ringe meistens aus Metall sind ist ein elektrischer Isolator, etwa ein Teflonring 45, zwischen dem Film 46 aus Widerstandsmaterial und dem Ring 44 angeordnet.

Der Ring 44 drückt gegen den vergrößerten Teil 43 des Bolzens 42 zum Zusammenhalten der Elemente. Der Ring kann jede passende Form mit beispielsweise einem runden Querschnitt haben. Wie in Fig. 6 gezeigt ist, hat der Ring 44 einen keilförmigen Querschnitt, wobei die innere Kante auf dem inneren Umfang der oberen Oberfläche der Platte 47 liegen kann, wenn der Film 46 aus Widerstandsmaterial sich nicht über diesen Teil der Oberfläche erstreckt. Sonst kann ein isolierender Ring, etwa ein Teflonring 45 zwischen den Ring 44 und die Platte 47 gelegt werden.

009846/1304

BAD ORIGINAL

Danach kann ein Film aus elektrisch isolierendem Material über die äußere Oberfläche der Basis-platte 41, den Widerstandsfilm 46 und die Platte 47 zur elektrischen Isolierung des Widerstandes zum Schutz der Elemente gegen Zerstörung gesprüht werden.

Zur Befestigung der Kontaktstifte an einer Stelle, in der sie elektrischen Kontakt mit dem Metallfilm bilden, an der der Widerstandsfilm endet, ist die Verwendung einer mechanischen Verbindung zweckmäßig, die einen guten elektrischen Kontakt zwischen dem Metallfilm und den Kontaktklemmen sicherstellt. Eine solche mechanische Verbindung ist in den Fig. 7 und 8 gezeigt, in denen die Platte 50 einen darauf gedruckten Film 51 aus Widerstandsmaterial aufweist. Zur Begrenzung des Widerstandsfilmes 51 ist zusätzlich ein Metallfilm 52 und ein Metallfilm 53 auf die Platte 50 an den Enden des Widerstandsfilmes 51 aufgedruckt. In elektrischem Kontakt mit den Metallfilmenden 52 und 53 befinden sich Kontaktstifte 54 und 55.

Die mechanische Verbindung der Kontaktstifte kann besser in bezug auf Fig. 8 beschrieben werden, in der ein vergrößerter Teil des Querschnittes entlang der Linien 8/8 in Fig. 7 gezeigt ist. Der Kontaktstift 54 weist ein Loch 56 auf, das über einem Loch 57 in der Platte 50 liegt. Das Loch 57 weist einen vergrößerten Teil 58 zur Aufnahme des unteren Endes einer Anschlußöse 59 auf. Die Anschlußöse 59 wirkt mit dem Loch 57 in der Platte 50 und dem Loch 56 in dem Anschlußstift 54 zusammen, um den Anschlußstift auf dem Metallfilm 52 in der richtigen Position festzulegen. Danach wird das obere Ende 60 der Anschlußöse 59 nach oben umgerollt oder gebördelt, um den Kontaktstift 54 gegen den Metallfilm 52 festzuhalten und dabei einen guten elektrischen Kontakt durch die mechanische Befestigung des Kontaktstiftes in seiner Stellung herzustellen. Bei Anwendung dieses Verfahrens zur Anbringung der Kontaktstifte und bei Einkapselung der Elemente des Widerstandes mit Hilfe von thermisch gehärtetem Plastik,

009846/1304

wie es in Fig. 1 gezeigt ist, fließt das Plastik durch das Loch in der Metallbefestigungsöse und füllt das vergrößerte Loch 58, wobei das Unterteil der Anschlußöse 59 gegen alle Elemente isoliert wird, auf denen die Platte 50 liegt.

Aus Fig. 7 ist zu entnehmen, daß die Anschlußstifte 54 und 55 Absätze 120 und 121 haben, die sich nahe der Kante der Platte 50 befinden. Diese Absätze befinden sich innerhalb des äußeren Umfanges der Form oder des einkapselnden Materials und bilden eine Verankerung für die Stifte innerhalb des Materials. Auf diese Weise werden die Stifte in dem Formmaterial verankert.

Die Kontaktstifte 54 und 55 haben zusätzliche Öffnungen 122 und 123 nahe bei den Löchern, durch die die Verbindungsösen hindurchgehen. Die Löcher 122 und 123 machen die Kontaktstifte etwas flexibel und vermindern die Biegespannung an den Anschlußösen 59 in Fig. 8, so daß die mechanische und elektrische Verbindung zwischen dem Kontaktstift und dem metallischen Ausgang nicht zerstört wird.

In manchen Anwendungsfällen ist es wünschenswert, an Stelle von Kontaktstiften Drahtzuführungen zur Verbindung zwischen dem Leistungswiderstand und äußeren Drähten zu haben. Eine solche Konstruktion ist in Fig. 9 in Verbindung mit einer Platte 70 gezeigt, die in einem Leistungswiderstand verwendet werden kann. Auf die Platte 70 sind ein Film aus Widerstandsmaterial 71 und Begrenzungen in Metallfilmkontakten 72 und 73 aufgedruckt.

In elektrischem Kontakt mit den Filmen 72 und 73 sind entsprechende kleine metallische Spulen oder Anschlußösen 74 und 75 angebracht. Diese Spulen 74 und 75 können in ähnlicher Weise wie die Anschlußösen 54 und 55 in Fig. 7 an die richtige Stelle gehalten werden. Zu diesem Zweck wird eine metallische Anschlußöse durch die Spule 74 geführt und an ihrem oberen Ende umgebörtelt, so daß sie in Kontakt mit der Spule 74 ist und

009846/1304

BAD ORIGINAL

diese an der richtigen Stelle festhält. Danach kann ein Zuführungsdraht 77 um die Spule 74 gewickelt und angelötet oder auf andere Weise mit der Spule verbunden werden. Der Zuführungsdraht 77 kann aber auch direkt mit den metallischen Filmkontakten 72 und 73 verbunden werden. Es ist wünschenswert, daß bei Verwendung von Zuführungsdrähten eine gewisse Länge eines solchen Drahtes sich innerhalb der Einkapselung befindet, damit der Draht nicht so leicht von der Verbindung abgezerrt werden kann. Es ist zweckmäßig, daß ein Drahtstück mit einer dem 5-fachen Durchmesser des Drahtes entsprechenden Länge oder auch länger in das Ganze oder <sup>in</sup> das Plastik eingebettet werden sollte.

Ein anderer Vorteil der Erfindung liegt in der erleichterten Einstellbarkeit des Widerstandswertes des Leistungswiderstandes über einen großen Bereich allein durch die Steuerung des auf das thermisch leitende und elektrisch isolierende Trägermaterial aufzubringenden Filmes und der geeigneten Anordnung der Metall-filmkontakte in bezug auf den Widerstandsfilm. Die Verwendung von neuen Widerstandsmustern vergrößert zusätzlich den Bereich des Widerstandswertes und die Vielseitigkeit des Leistungswiderstandes. Das neue Muster bewirkt mehr eine radiale Stromführung als eine in Richtung des Umfanges liegende Leitung um die keramische oder elektrisch isolierende Substanz, auf der der Film aufgebracht ist.

Der Widerstandsfilm kann beispielsweise das in Fig. 2 gezeigte Grundmuster haben. Die Länge erstreckt sich dabei vom Metallfilm 11 bis zum Metallfilm 12 und ergibt einen kreisförmigen Leitungsweg. Diese Länge kann durch Änderung der Stellung der Metallfilmkontakte und durch Anwachsen oder Vermindern der Länge des Widerstandsfilmes zur Herstellung des Kontaktes mit dem Metallfilm geändert bzw. angepaßt werden.

In der in Fig. 2 gezeigten Ausführung soll der Film beispielsweise eine Länge haben, die der 10-fachen effektiven Breite des Filmes entspricht, so daß das Muster 10 in Reihe geschal-

009846/1304

tete Quadrate des Widerstandsfilmes bildet. Hat der Widerstandsfilm einen Widerstand von 100 Ohm pro Quadrat, dann ist damit ein Widerstand mit 1 000 Ohm erzeugt worden. Hat der Film 10 Ohm pro Quadrat, dann ist der Widerstandswert 100 Ohm, und bei einem Widerstandswert von 100 000 Ohm pro Quadrat ist der Widerstand ein Mega-Ohm. Es kann also eine breite Variation des Widerstandswertes bei diesem Grundmuster allein durch Verwendung verschiedener Widerstandsmaterialien erreicht werden.

Ein noch größerer Bereich von Widerstandswerten kann durch Verwendung verschiedener Filmmuster aus Widerstandsmaterial, einschließlich neuer radialer Leitwegmuster, erzeugt werden. Einige weitere Muster sind in den Fig. 10 bis 14 gezeigt. In Fig. 10 hat der Film 80 aus Widerstandsmaterial eine Länge, die dem 150-fachen der Breite des Musters entspricht, so daß das Muster 150 Quadrate von in Reihe geschaltetem Widerstandsmaterial erzeugt. Beträgt also der Widerstandswert pro Quadratmaterial 100 Ohm, so ist damit ein Widerstand von 15 000 Ohm gewonnen. Der in Fig. 11 gezeigte Widerstandsfilm 82 hat ein serpentinenförmiges Muster, dessen Länge gleich dem 170-fachen der Breite ist, wodurch 170 Quadrate solchen Widerstandsmaterials erzeugt sind.

Ein Widerstandswert, der kleiner ist als der einem Quadrat des Widerstandsmaterials des Filmes entsprechende Wert, wird durch ein in Fig. 12 gezeigtes neues Radialleitwegmuster erzeugt. In Fig. 12 ist der Metallfilm 84 um den inneren Umfang der Platte 85 gedruckt, während der Metallfilm 86 entlang des äußeren Umfangs der Platte 85 gedruckt ist. Zwischen den beiden Metallfilmen 84 und 86 ist ein Film aus Widerstandsmaterial 87 gedruckt, so daß die Länge des Stromweges zwischen den Metallfilmkontakten ungefähr ein Zehntel der Breite des Widerstandsfilmes ist. Bei einem solchen Muster mit einem Zehntel Quadrat und einem Widerstand von 100 Ohm pro Quadrat des Widerstandsmaterials wird also ein Widerstandswert von

009846/1304

BAD ORIGINAL

10 Ohm erhalten. Die in den Fign. 2, 10, 11 und 12 dargestellten Muster w-ssen keine Trennungen zwischen den Filmen aus Widerstandsmaterial auf. In den Fign. 13 und 14 sind Muster gezeigt in denen die Widerstandsfilme zur Erzeugung eines gewünschten Widerstandswertes geteilt sind.

Das in Fig. 13 gezeigte Muster weist 3 Segmente von in Reihe geschalteten radialleitenden Filmen auf. Die Platte 89 weist nahe dem äußeren Umfang einen Metallfilmkontakt 90 über ungefähr ein Viertel der Länge des Umfanges auf. Ein Metallfilmkontakt 91 erstreckt sich nahe dem inneren Umfang der Platte 89 über etwa ein Viertel des Umfanges. Metallfilme 92 und 93 erstrecken sich entsprechend nahe dem inneren und äußeren Umfang über etwa ein Viertel der entsprechenden Umfänge. Zwischen dem Metallfilm 90 und einem Teil des Metallfilmes 92 befindet sich ein Segment aus Widerstandsfilm 94 mit einem Radialleitweg. Zwischen dem Metallfilm 91 und einem Teil des Metallfilmes 93 ist ein Segment aus Widerstandsfilm 95 vorgesehen. Ein drittes Segment aus Widerstandsfilm 96 ist zwischen den Metallfilmen 92 und 93 vorgesehen. Jedes Segment hat eine Länge, die effektiv einem Drittel der Breite entspricht, so daß jedes Segment ein Drittel Quadrat liefert. Die drei Segmente sind in Reihe geschaltet und geben insgesamt ein Quadrat mit einem großen Bereich zur Wärmeableitung.

Ein anderes wirksames Muster ist in Fig. 14 dargestellt. Die in Fig. 14 gezeigte Platte 105 weist einen Metallfilmkontakt 106 diametral gegenüber einem Metallfilmkontakt 107 auf. Zwischen den zwei Filmkontakten 106 und 107 ist ein Film aus Widerstandsmaterial 108 auf der linken Seite der Platte 105 und ein Film aus Widerstandsmaterial 109 auf der rechten Seite der Platte 105 vorgesehen. Dieses Muster erzeugt zwei Segmente aus Widerstandsfilm, die jeweils eine der 5-fachen Breite entsprechende Länge besitzen, so daß jeweils 5 Quadrate entstehen. Bei Verwendung von Widerstandsmaterial mit 100 Ohm pro Quadrat hat also jedes Segment einen Widerstandswert von.

009846/1304

ORIGINAL INSPECTED

500 Ohm. Die Segmente 108 und 109 sind zwischen den Metallfilmkontakten 106 und 107 parallel geschaltet, so daß der Widerstand bei diesem speziellen Muster 250 Ohm beträgt.

Ein anderes Schichtmuster für stromleitende Komponenten wie Leitungswiderstände ist in Fig. 15 gezeigt. Die in Fig. 15 gezeigte Konstruktion wird vorteilhaft dann verwendet, wenn die Widerstände aus irgendwelchen Gründen geschichtet werden sollen, wenn etwa die erzeugte Wärme in der Umhüllung der Widerstände lokalisiert werden soll. Ein weiterer Vorteil der Schichtung von Widerständen liegt darin, daß die Leistungsmengen leicht erreicht und sogar noch verstärkt werden können durch Einblasen von Luft oder anderen Kühlmitteln über die Oberflächen der geschichteten Widerstände.

Der in Fig. 15 gezeigte Widerstand weist eine erste Grundplatte 130 in gleicher Konstruktion wie die Grundplatte 21 in Fig. 4 auf. Diese spezielle Konstruktion ist jedoch nicht notwendig, solange nur eine thermische Ableitung für den Widerstandsfilm vorgesehen ist.

Der in Fig. 15 gezeigte Widerstand weist ferner eine elektrisch isolierende Platte 31 über der Grundplatte 130 auf. Die Platte 131 trägt einen Widerstandsfilm 132 und nicht gezeigte Kontaktmittel. Auf der Seite des Widerstandsfilmes 132 gegenüber der Grundplatte 130 ist eine zweite Grundplatte 133 angeordnet, die durch eine elektrisch isolierende Platte 134 von dem Widerstandsfilm 132 getrennt ist.

Die Platte 130 weist in der Mitte einen Bolzen 135 auf, auf dem die Platte 133 vorteilhafterweise zum Zusammenhalten der Elemente richtig befestigt wird. Die Elemente können aber auch durch geformtes thermisch gehärtetes Plastik, das in unterdrehete Kanten in den Platten 130 und 133 eingreift, gehalten werden, wie es auch bei dem in Fig. 4 gezeigten Widerstand vorgesehen ist. Auf jeden Fall ist das stromleitende Element, wie etwa der Widerstandsfilm 132, zwischen zwei Grundplatten mit

009846/1304

ORIGINAL INSPECTED

glatten Oberflächen zur Befestigung an zusätzliche Widerstände, Kühlrippen oder Chassis geschichtet. Bei diesem Aufbau kann die Wärme zur effektiveren Ableitung und wirksameren Kühlung des Widerstandes in zwei Richtungen abgeleitet werden.

Die stromführenden Komponenten, wie etwa Leistungswiderstände, können vorteilhafterweise in der in den Fig. 16 und 17 gezeigten Art geschichtet werden, diese Widerstände haben einen Schichtaufbau. Zum Zweck der Darstellung ist angenommen, daß die Schichtwiderstände der Fig. 16 und 17 den in Fig. 4 gezeigten Aufbau haben.

In Fig. 17 sind acht ebene Leistungswiderstände 140 durch rechtwinklige, wärmeleitende Platten 141 getrennt. Die Endplatten, wie die Platte 142, können auch in der Schichtung eingeschlossen sein. Die Schichten werden durch Bolzen 143 und damit zusammenwirkende Muttern 144 und 145 zusammengehalten, wobei der Bolzen 143 durch Löcher in den Widerständen 140 und den Platten 141 hindurch führt. Die Schichten können mit Platten oder Rippen/vertikaler oder horizontaler Stellung wie auch in anderen Stellungen versehen sein. Bei einer Anordnung der Platten oder Rippen in vertikaler Richtung wird mehr Wärme abgeleitet durch Konvektionsströme als bei in horizontaler Richtung angeordneten Platten.

In Fig. 18 ist eine graphische Darstellung der verschiedenen möglichen Leistungswerte für individuelle Leistungswiderstände der in Fig. 4 gezeigten Typen und in der/ Fig. 17 gezeigten Art geschichtet mit Aluminiumplatten von 5,08 cm x 5,08 cm x 0,10 cm zwischen den Widerständen gezeigt, die an einem Ende und sonst nicht weiter befestigt sind. Die Kurve 150 in Fig. 18 stellt die Leistung gegen den Luftfluß durch die einzelnen Widerstände und Platten der Schichtung dar. Die gemessenen Leistungsgrößen der einzelnen Widerstände mit Kühlung durch Konvektion bei horizontal angeordneten Platten ist durch den Punkt 151 der Kurve 150 gekennzeichnet. Die anwachsende Leistung bei Anordnung der Platten in ver-

009846/1304

ORIGINAL INSPECTED

tikalener Richtung ist durch den Punkt 152 der Kurve 150 verdeutlicht.

Luft mit einer Temperatur von  $25^{\circ}\text{C}$ . und einem Druck von 1 Atmosphäre wurde um die Widerstände der Schichtung geblasen, um die Kurve 150 in Fig. 18 zu erhalten. Der Luftfluß wurde in Kubikfuß pro Minute (Kubikzentimeter pro Minute) gemessen. Bei hinreichender Kühlung wächst die Leistungsrate der Widerstände über die Rate mit einfacher Konvektionskühlung an.

Die Konvektion der Schichtung und der zur Kühlung mit Druck hineingeblasenen Luft erhöht nicht nur die Leistungsrate der Widerstände sondern schafft auch einen wirksamen Weg der Lokalisierung und Ableitung der durch die Leistungswiderstände erzeugten Wärme. Diese Eigenschaft der Schichtkonstruktion mit wirksamer Wärmeleitung kann vorteilhafterweise bei Präzisionsausrüstungen, wie etwa bei Computern und Labortesteinrichtungen, verwendet werden.

009846/1304

ORIGINAL INSPECTED

Patentansprüche

1. Leistungswiderstand, bestehend aus einer Grundplatte (3) aus thermisch leitendem Material, mit einer ersten flachen Oberfläche (5) und einer zweiten flachen Oberfläche (6) auf der der ersten flachen Oberfläche (5) gegenüberliegenden Seite der Grundplatte (3), Mittel (9, 10) zum Festhalten von geformter thermisch gehärteter Plastik (8) über der ersten flachen Oberfläche (5) der Grundplatte (3), einer an der ersten flachen Oberfläche (5) anliegenden dünnen Platte (4) aus thermisch leitenden und elektrisch isolierendem Material; einem Film (2) aus Widerstandsmaterial mit vorgewähltem Widerstandswert pro Flächeneinheit bei gegebener Dicke in einem ausgewählten Muster auf der Oberfläche der Platte, die sich von der ersten flachen Oberfläche (5) abhebt, aus geformten, thermisch gehärtetem Plastik (8) zum Einschluß des Widerstandsmaterials (2) und der Platte (3) und als elektrischer Isolator und Schutz gegenüber Zerstörungen, und aus Kontakten (11, 12) für Verbindungszuführungen (13, 14) an den Widerstand, die in elektrischem Kontakt mit bestimmten Flächen des Filmes (2) sind und sich durch das Plastikmaterial (8) hindurch erstrecken.

2. Leistungswiderstand nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß Mittel (7) zur Befestigung der Grundplatte (3) an einem Chassis mit der zweiten flachen Oberfläche (6) in thermischem Kontakt mit demselben, elektrische Komponenten mit einer ebenen Oberfläche in thermischem Kontakt mit der ersten flachen Oberfläche (5), Zuführungen zwischen den elektrischen Komponenten und solche zur Verbindung mit der äußeren Schaltung außerhalb des Teiles, sowie Mittel zum Einschließen der elektrischen Komponenten auf der ersten flachen Oberfläche und Freilassen der zweiten flachen Oberfläche vorgesehen sind.

3. Leistungswiderstand nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß sich von der zweiten flachen Oberfläche (23) ein Bolzen (22)42) nach oben erstreckt, daß eine erste Platte (47) aus thermisch leitendem und elektrisch isolierendem Material um den Bolzen (22, 42) angeordnet und in thermischem Kontakt mit der zweiten flachen Oberfläche (23) ist, daß ein Film (46) aus Widerstandsmaterial mit vorgewähltem Widerstand pro Flächeneinheit in einem vorgewählten Muster auf die Oberfläche der sich von der ersten flachen Oberfläche der Grundplatte abheben- den Platte (47) aufgebracht wird, daß Mittel (44, 45) zum Halten der Platte (47) gegen die Grundplatte (41) und in thermischem Kontakt damit und Mittel zur Bildung eines elektrischen Kontaktes mit vorbestimmten Bereichen des Filmes (46) des Widerstandsmaterials zur Verbindung mit äußeren Zuführungen vorgesehen sind.

4. Leistungswiderstand nach Anspruch 3, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Haltemittel (44, 45) eine gerändelte Kante entlang des Umfanges der zweiten flachen Oberfläche aufweisen und die gerändelte Kante gegen den äußersten Umfang der Grundplatte zurückgesetzt ist und unter der gerändelten Kante eine vorstehende Lippe bildet, daß Mittel zum Einkapseln der Platte und der Widerstandsoberfläche vorgesehen sind, die in die gerändelte Kante und die gebildete Lippe eingreifen und so in ihrer Stellung festgehalten werden.

5. Leistungswiderstand nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß eine isolierende Schicht auf den freiliegenden Teilen der zweiten flachen Oberfläche und der Platte (47) und dem Widerstandsfilm (46) aufgebracht ist.

6. Leistungswiderstand nach einem der Ansprüche 3 bis 5, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der

009846/1304

ORIGINAL INSPECTED

vorstehende Bolzen (15, 22, 42) eine von oben durch den Bolzen zur ersten flachen Oberfläche der Grundplatte hindurchführende Hohlöffnung (7) zur Befestigung des Widerstandes an einem Chassis aufweist.

7. Leistungswiderstand nach Anspruch 3, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Kontaktmittel flache Kontaktzungen (13, 14; 54, 55) einschließen und daß sich diese über der Grundplatte (3) in einer parallel zur zweiten Oberfläche (6) erstreckenden Ebene befinden.

8. Leistungswiderstand nach Anspruch 7, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Kontaktzungen (54, 55) Löcher (122, 123) in dem innerhalb des Bereiches der Grundplatte liegenden Teil zur Entlastung von Federbeanspruchung der Kontaktzungen (54, 55) aufweisen.

9. Leistungswiderstand nach Anspruch 7 oder 8, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Kontaktzungen (54, 55) Absätze (120, 121) aufweisen, die zusammen mit den Haltemitteln die Kontaktzungen in ihrer Stellung festhalten.

10. Leistungswiderstand nach Anspruch 3, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Kontaktmittel metallische Filmenden (52, 53) auf der Platte (50) aufweisen, die sich von den Bereichen des Filmes (51) aus Widerstandsmaterial bis zu den flachen Kontaktzungen (54, 55) erstrecken, und daß die Kontaktzungen (54, 55) sich in elektrischem Kontakt mit den Metallfilmenden (52, 53) befinden und zur Kontaktgabe mit äußeren Zuführungen nach außen erstrecken.

11. Leistungswiderstand nach Anspruch 10, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß in jedem Bereich, in dem die Kontaktzungen (54, 55) mit den Metallfilmenden (52, 53) in elektrischem Kontakt sind, ein vom Boden der Platte

(50) aus versenktes durch die Platte hindurchführendes Loch vorgesehen ist, daß die Kontaktzungen (54, 55) mit den Löchern in die Platte (50) ab-gegliche Löcher, Mittel zum Festhalten der Kontaktzungen (54, 55) in elektrischem Kontakt mit den Metallfilmenden (54, 53) vorgesehen sind, und daß die Haltemittel durch die Löcher in der Platte (50) und in den Kontaktzungen (54, 55) hindurchführende Metallösen aufweisen, deren Enden oben an den Kontaktzungen (54, 55) und in den Senklöchern der Platte (50) umgefaltet werden können.

12. Leistungswiderstand nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der Widerstandsfilm aus Material mit vorgewähltem Widerstand pro Flächeneinheit in einem ausgewählten Muster auf der ersten planen Oberfläche aufgebracht ist und sich bestimmte Teile des Widerstandsfilmes in Kontakt mit den Kontaktmitteln befinden, wobei die Länge des Widerstandsfilmes in Stromflußrichtung zwischen den Kontaktenden an jeder Seite jedes Filmes in bezug auf die effektive Breite und die Länge des Filmes den Widerstand in Stromrichtung des Filmes bestimmt und der Gesamtwiderstand durch die in Reihe oder parallel geschalteten einzelnen Filmlängen auf der ersten planen Oberfläche bestimmt ist.

13. Leistungswiderstand nach einem der vorhergehenden Ansprüchen, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Kontaktmittel flexible isolierte Drahtzuführungen mit einer Länge, die wenigstens dem fünffachen Durchmesser des Drahtes entspricht, umfassen.

14. Leistungswiderstand nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der Widerstandsfilm <sup>die</sup> und Metallfilmenden ein oder mehrere Segmente aus Widerstandsfilm mit radial verlaufenden Stromrichtungen auf der Platte aufweisen.

15. Leistungswiderstand , d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß eine erste Grundplatte (130) mit

009646/1304

einer ersten Oberfläche, eine zu dieser parallelen zweiten Oberfläche mit einem Wärmeleitweg von der ersten Oberfläche zu der zweiten, ein sich von der zweiten Oberfläche aus erstreckendes elektrisch isolierendes Teil (131), ein auf die erste Oberfläche aufgetragener Widerstandsfilm (132), eine zweite Platte (133) mit einer ersten Oberfläche und einer dazu zweiten parallelen Oberfläche mit einem thermischen Leitweg von der ersten Oberfläche zur zweiten Oberfläche und ein elektrisch isolierendes Teil (134) vorgesehen sind, und daß das Teil (134) sich von der ersten Oberfläche erstreckt und mit dem Widerstandsfilm (132) und mit der ersten Oberfläche in Kontakt ist.

16. Schichtwiderstand, bestehend aus mehreren Leistungswiderständen nach einem der Ansprüche 1 bis 15, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß mehrere Leistungswiderstände (140) durch wärmeleitende Platten (141) getrennt schichtweise übereinander angeordnet sind, daß die Platten (141) einen wesentlich größeren Querschnitt als die Leistungswiderstände (140) <sup>haben</sup> und daß Mittel (143, 144) zum Zusammenhalten der Leistungswiderstände (140) und der dazwischen angeordneten thermisch leitenden Platten (141) in geschichteter Anordnung vorgesehen sind.

16  
Leerseite

FIG. 3

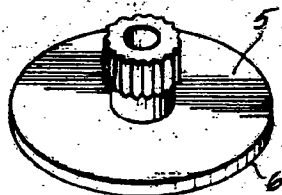


FIG. 2

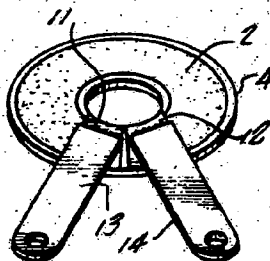


FIG. 1

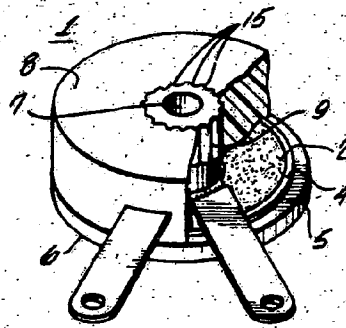


FIG. 4

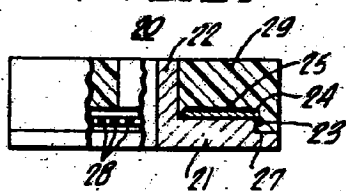


FIG. 5

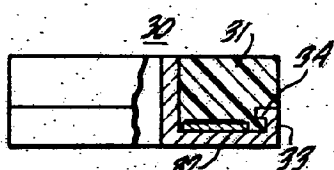


FIG. 6

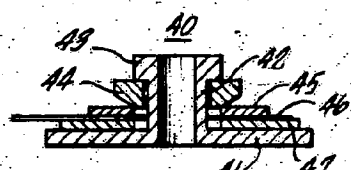


FIG. 7

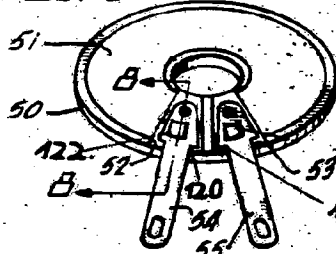


FIG. 8

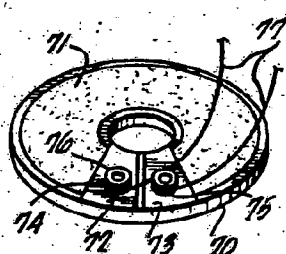
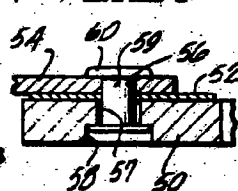


FIG. 9

FIG. 10

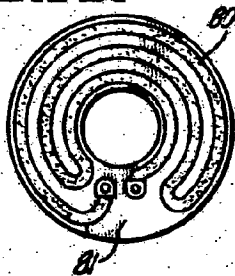


FIG. 11

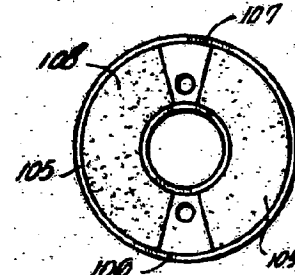
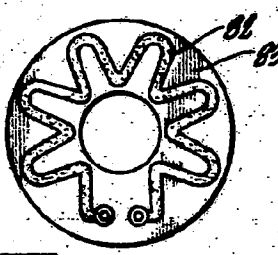


FIG. 14

FIG. 12

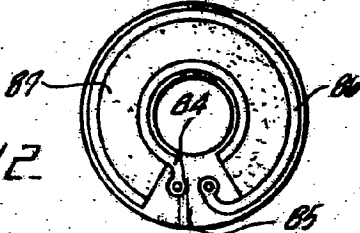
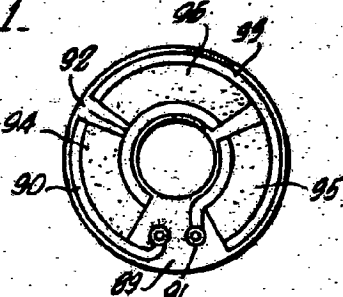
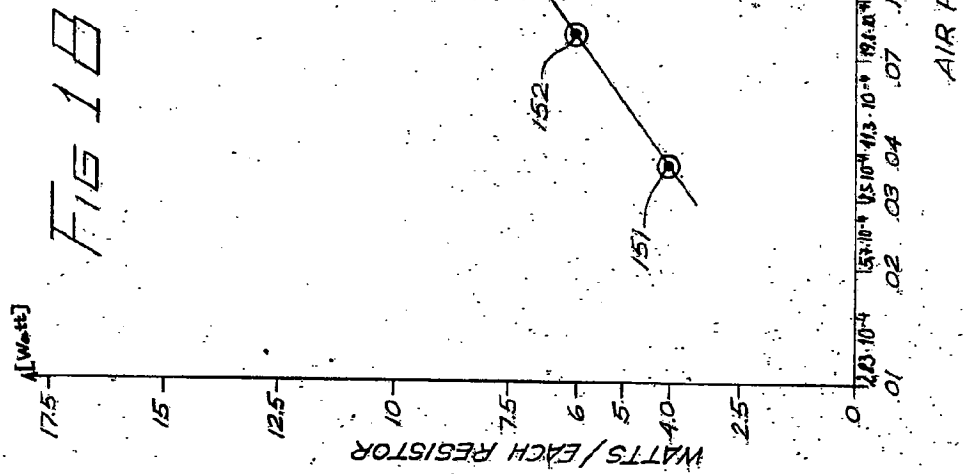
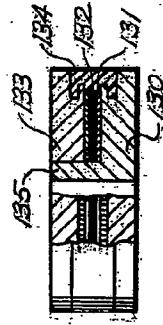


FIG. 13

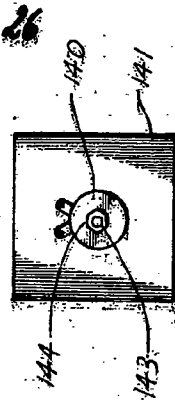




**FIG 15**



**FIG 16**



**FIG 17**

